

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局



(43) 国際公開日
2002年5月2日 (02.05.2002)

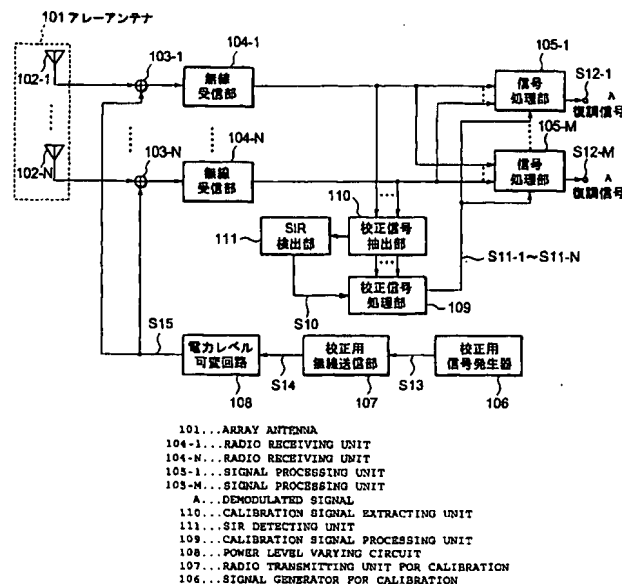
PCT

(10) 国際公開番号
WO 02/35648 A1

- (51) 国際特許分類⁷: H01Q 3/26 (AZUMA, Tomohiro) [JP/JP]; 〒108-8001 東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株式会社内 Tokyo (JP).
- (21) 国際出願番号: PCT/JP01/09450
- (22) 国際出願日: 2001年10月26日 (26.10.2001) (74) 代理人: 池田憲保, 外 (IKEDA, Noriyasu et al.); 〒105-0003 東京都港区西新橋1丁目4番10号 第三森ビル Tokyo (JP).
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語 (81) 指定国 (国内): BR, CA, CN, KR, US.
- (30) 優先権データ: 特願 2000-328846 (84) 指定国 (広域): ヨーロッパ特許 (DE, FI, FR, GB, IT, NL, SE).
2000年10月27日 (27.10.2000) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 日本電気株式会社 (NEC CORPORATION) [JP/JP]; 〒108-8001 東京都港区芝五丁目7番1号 Tokyo (JP). 添付公開書類:
— 国際調査報告書
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人 (米国についてののみ): 東 友洋 2文字コード及び他の略語については、定期発行される各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

(54) Title: ARRAY ANTENNA RECEIVING APPARATUS AND METHOD FOR CALIBRATING THE SAME

(54) 発明の名称: アレーアンテナ受信装置およびその校正方法



(57) Abstract: A calibrating method and an array antenna receiving apparatus using the same. This calibrating method provides a high calibration accuracy and allows a successful calibration to be realized even when any of radio receiving units fails. In the array antenna receiving apparatus, received signals from an array antenna (101) are multiplexed with calibration signals of predetermined symbol pattern from multiplexer circuits (103) and then inputted to the radio receiving units (104). The calibration signals having passed through the radio receiving

[続葉有]

WO 02/35648 A1



units are extracted by a calibration signal extracting unit (110). From these extracted calibration signals, an SIR detecting unit (111) detects, as reference branch, that one of the radio receiving units which exhibits the best reception quality. A calibration signal processing unit (109) corrects the reception orientation pattern in accordance with the phase difference between and the amplitude ratio of the calibration signal having passed through the detected reference branch and the calibration signals having passed through the other radio receiving units.

(57) 要約:

校正の精度が高く、特定の無線受信部の故障時にも正常に校正することができる校正方法およびこの方法を用いたアレーアンテナ受信装置である。アレーアンテナ受信装置は、アレーアンテナ（１０１）の受信信号に多重回路（１０３）から所定のシンボルパターンの校正信号を多重して無線受信部（１０４）に入力する。上記無線受信部を通過した校正信号は校正信号抽出部（１１０）で抽出され、ＳＩＲ検出部（１１１）がその校正信号から受信品質が最も良好な上記無線受信部の一つを基準ブランチとして求める。校正信号処理部（１０９）が、その得られた基準ブランチを通過した校正信号と残る他の無線受信部を通過した校正信号との位相差および振幅比によって受信指向性パターンを補正する。

明 細 書

アレーアンテナ受信装置およびその校正方法

技術分野

この発明は、アレーアンテナの無線受信部相互間における位相および振幅の変動を補正する校正（キャリブレーション）方法およびその方法を用いたアレーアンテナ受信装置に関し、特に、その校正の精度が高く、特定の無線受信部の故障時にも正常に校正することができる校正方法およびその方法を用いたアレーアンテナ受信装置に関する。

背景技術

従来から、セルラ移動通信システムなどにおいて、相関の高い複数のアンテナ素子で希望する受信指向性パターンを形成するアレーアンテナ受信装置が用いられている。すなわち、このような受信装置を用いて、希望信号の到来方向に対する受信利得を大きくし、他ユーザからの干渉または遅延波による干渉に対する受信利得を小さくする受信方式が検討されている。この方式によれば、送受信信号を高速化および高品質化し、加入者容量を増大させることが可能となる。

各アンテナ素子に対応する複数の無線受信部を備えたアレーアンテナ受信装置では、一般に各無線受信部における振幅および位相はそれぞれ独立して刻々と変動する。したがって、希望する受信指向性パターンを正しく形成するためには、位相および振幅の変動を補償する必要がある。この補償の操作を校正と呼んでいる。

従来、この種のアレーアンテナ受信装置の校正方法として、例えば、特開平11-46180号公報（JP-A）に記載されているものがある。この方法では、複数のアンテナ素子それぞれに接続された各無線受信部に既知の校正信号を入力し、各無線受信部の出力から抽出した校正信号を復調し、その結果を用いて、独立して刻々と変動する各無線受信部の位相および振幅の変動を補正している。

第1図は、従来のアレーアンテナ受信装置の一構成例を示すブロック図である。

図示されるアレーアンテナ受信装置は、アレーアンテナ001、多重回路00

3-1~003-N、無線受信部004-1~004-N、信号処理部005-1~005-M、校正用信号発生器006、校正用無線送信部007、電力レベル可変回路008、校正信号処理部009および校正信号抽出部010で構成される。本アレーアンテナ受信装置は、アレーアンテナ001がN個のアンテナ素子002-1~002-Nで構成されており、またユーザ数「M」の信号を復調可能である。

アンテナ素子002-1~002-Nは、各々のアンテナ素子の受信信号が互いに相関を有するように近接して配置され、希望信号および複数の干渉信号が多重された信号をそれぞれ受信する。通常のダイバーシチ構成と区別するため、アンテナ素子数「N」は「3以上」としている。

多重回路003-1~003-Nそれぞれは、各アンテナ素子002-1~002-Nに対応して設けられ、電力レベル可変回路008の出力信号と、それぞれが対応するアンテナ素子002-1~002-Nの受信信号とを入力して無線帯域で多重する。多重された信号は、無線受信部004-1~004-Nへ出力される。多重方法に特に制限はなく、代表的なものとして符号分割多重の例を示すが時分割多重または周波数分割多重を用いてもよい。

無線受信部004-1~004-Nそれぞれは、各多重回路003-1~003-Nに対応して設けられており、それぞれがローノイズアンプ、帯域制限フィルタ、ミキサ、局部発信器、AGC (Auto Gain Controller)、直交検波器、低域通過フィルタ、アナログ/デジタル変換器(ADC)などのデバイスにより構成されている。無線受信部004-1~004-Nは、それぞれに対応するアンテナ素子001-1~001-Nを介して無線電波を受信し、デジタル信号に変換して出力する。例えば、アンテナ素子002-iに対応する無線受信部004-iは、多重回路003-iから受ける入力信号に、増幅、無線帯域から基底帯域への周波数変換、直交検波、アナログ/デジタル変換などを実行し、校正信号抽出部010および全ての信号処理部005-1~005-Mそれぞれへ出力する。無線受信部004-1~004-Nは、無線受信部004-iと同一の構成であり、それぞれ対応する多重回路003-1~003-Nから受ける信号を入力としている。

校正信号抽出部010は、無線受信部004-1~004-Nそれぞれから受

ける入力信号に多重されたN個の校正信号を抽出して校正信号処理部009へ送る。このとき、校正信号抽出部010は、多重回路003-1~003-Nで用いた多重方法に対応した方法で、入力信号に多重された校正信号を抽出する。校正信号処理部009は、抽出されたN個の校正信号から位相／振幅補正情報S01-1~S01-Nを生成し、生成された情報全てを信号処理部005-1~005-Mそれぞれへ出力する。

ここで、第2図および第3図に第1図を併せ参照して校正信号処理部009における位相／振幅補正情報の生成方法について説明する。

第2図は校正信号を復調して得られたシンボル点を示す図であり、第3図は第2図のシンボル点を正規化したシンボル点を示す図である。なお、ここでいうシンボル点とはI-Q座標上の点を指す。

位相／振幅補正情報は、無線受信部004-1~004-Nの中の1つを基準として、この基準に対する他の無線受信部における位相および振幅のずれを補正するための情報である。なお、各無線受信部をブランチと称し、基準となる無線受信部を基準ブランチと称する。

ここでは、一例として無線受信部004-1が基準ブランチになり、また、数「N」は「3」とであると仮定する。無線受信部004-1の出力信号から抽出された校正信号を復調して得られたシンボル点を第2図の基準シンボル点S1とする。同様に、無線受信部004-2の出力から抽出された校正信号を復調して得られたシンボル点をS2、無線受信部004-3の出力から抽出された校正信号を復調して得られたシンボル点をS3とする。基準シンボル点S1とシンボル点S2との位相差 θ_2 および振幅比 $r_2 (=B/A)$ が無線受信部004-2のブランチに対応する位相／振幅補正情報S01-2であり、基準シンボル点S1とシンボル点S3との位相差 θ_3 および振幅比 $r_3 (=C/A)$ が無線受信部004-3のブランチに対応する位相／振幅補正情報S01-3である。なお、基準ブランチに対する位相／振幅補正情報S01-1では、位相差 θ_1 が「0」であり、振幅比 r_1 が「1」である。

校正信号処理部009は、第2図の各シンボル点S1、S2、およびS3をシンボル点S1に対して正規化すると第3図のシンボル点 $S1_{NOR}$ 、 $S2_{NOR}$ 、および $S3_{NOR}$ が得られる。振幅比 r_2 および r_3 の値は変化しないので、振幅比

r_2 は「 $B/A=B_{\text{NOR}}$ 」として、また振幅比 r_3 は「 $C/A=C_{\text{NOR}}$ 」として得ることができる。

校正信号処理部009は、上述した生成方法で得た位相／振幅補正情報S01-1～S01-Nそれぞれを校正周期毎にすべての信号処理部005-1～005-Mそれぞれへ出力する。

信号処理部005-1～005-Mそれぞれは、無線受信部004-1～004-Nそれぞれの出力信号それぞれに所定の重み付けを行う。従って、例えば信号処理部005-iが、自己に対応するユーザのユーザ信号到来方向に対する受信利得を大きくし、他ユーザからの干渉または遅延波による干渉に対する受信利得を小さくする受信指向性パターンを形成する。信号処理部005-iは、この受信指向性パターンによって無線受信部004-1～004-Nの出力を合成して希望の復調信号S00-iを得る。また、信号処理部005-iは、このとき校正信号処理部009の出力である位相／振幅補正情報S01-1～S01-Nそれぞれを用いて、無線受信部004-1～004-Nそれぞれからの出力信号における位相および振幅を補正している。

校正用信号発生器006は所定パターンの校正信号を基底帯域で生成して校正用無線送信部007へ送出する。

校正用無線送信部007は、校正用信号発生器006から受ける基底帯域の校正信号に、ディジタル／アナログ変換、基底帯域から無線帯域への周波数変換などを行い、電力レベル可変回路008へ出力する。

電力レベル可変回路008は、校正用無線送信部007から受ける無線帯域の校正信号を、任意の電力レベルにより多重回路003-1～003-Nそれぞれへ送出する。

N個のアンテナ素子002-1～002-Nによって受信された各信号には、希望信号成分、干渉信号成分、および熱雑音が含まれている。また、希望信号成分および干渉信号成分には、それぞれマルチパス成分が存在する。通常、それらの信号成分はそれぞれ異なった方向から到来する。

第1図に示した従来のアレーアンテナ受信装置は、N個のアンテナ素子002-1～002-Nそれぞれによって受信された各信号の位相／振幅情報を用いて、到来方向の異なる各信号成分を識別し、受信指向性パターンを形成する。

パターン形成の際の補正なしで、無線受信部004-1~004-Nの構成デバイスによって各無線受信部004-1~004-N内部にそれぞれ独立した位相／振幅の変動が発生した場合には、信号処理部005-1~005-Mにはアンテナ素子002-1~002-Nによって受信された各信号に対して余分な位相／振幅の変動が加わった信号が入力する。従って、各信号成分を正確に識別し、理想的な受信指向性パターンを形成することが不可能となる。

そこで、アンテナ素子002-1~002-Nによる受信信号と同一周波数帯域の校正信号を受信信号に多重し、校正信号処理部009において無線受信部004-1~004-Nの各出力信号から抽出した校正信号から位相／振幅の変動を検出して位相／振幅補正情報S01-1~S01-Nを生成し、信号処理部005-1~005-Mで受信指向性パターンに補正を加えている。

この校正方法によれば、校正信号をアンテナ素子002-1~002-Nそれぞれで受信した信号に多重しているので運用中にも校正が可能である。

上述したような校正方法を用いた従来のアレーアンテナ受信装置は、運用中に無線受信部004-1~004-Nの内部で位相／振幅の変動が発生しても、信号処理部005-1~005-Mに与えられる位相／振幅情報を補正することが可能である。したがって、第1図に示した従来のアレーアンテナ受信装置は、N個のアンテナ素子002-1~002-Nそれぞれによって受信された各信号に多重された校正信号の復調結果から生成した位相／振幅補正情報S01-1~S01-Nで常時補正しながら、到来方向の異なる各信号成分を識別し、理想的な受信指向性パターンを形成することが可能である。

上述した従来のアレーアンテナ受信装置にはこのようなメリットがあるものの、下記の点で好ましくない。

まず、第4図および第5図を参照して問題点について説明する。

第4図は、任意の校正信号を復調したシンボル点 $S_n(I_n, Q_n)$ ($1 \leq n \leq N$)の様子を示す図である。第5図はシンボル点 S_n 付近の拡大図である。シンボル点 S_n は校正信号のSIR (Signal to Interference Ratio: 信号電力対干渉電力比) 値が無限大の理想的な場合のシンボル点であり、その振幅を R_n とする。

現実には校正信号以外に干渉成分がありSIR値は無限大にならないので、実際に復調されるシンボル点は、所定範囲内のいずれかの位置にある。その所定の

範囲は、干渉成分が小さく S I R 値が大きい場合に半径 d_1 の円 C_1 内となる。他方、干渉成分が大きく S I R 値が小さい場合には半径 d_2 の円 C_2 内となる。半径 d_1 は半径 d_2 より小さい。したがって、S I R 値が小さい程、実際に復調されるシンボル点の誤差が大きくなる。

復調によって得られるシンボル点の範囲が半径 d_2 の場合、その位相誤差の大きさは第 4 図に示すように最大「 θ 」である。したがって、復調によって得られるシンボル点の位相として、最大値 $\theta_{n\#max} (= \theta_n - \theta)$ および最小値 $\theta_{n\#min} (= \theta_n + \theta)$ が得られる。また、振幅誤差は最大「 d_2 」である。したがって、復調によって得られるシンボル点の振幅として最大値 $R_{n\#max} (= R_n + d_2)$ および最小値 $R_{n\#min} (= R_n - d_2)$ が得られる。

ここで、第 6 図および第 7 図を参照して、説明を簡単にするために、シンボル点 S_1 が常に基準シンボル点である場合について考察する。

第 6 図は、基準シンボル点 S_1 の位相誤差が最大「 $-\theta$ 」で振幅誤差がゼロの場合における他シンボル点の相対位置を示す図である。第 7 図は、第 6 図において、基準シンボル点 S_1 の振幅誤差が最大「 $-d_2$ 」のときにおける他シンボル点の相対的な振幅の大きさを示す図である。第 6 図および第 7 図において、基準シンボル点 S_1 の S I R 値に対するシンボル点 S_2 、 S_3 の S I R 値は十分に大きいものとする。

第 6 図を参照すると、基準シンボル点 S_1 に位相誤差「 $-\theta$ 」があると、基準シンボル点 S_1 に対して正規化した各シンボル点 $S_{1_{NN}}$ 、 $S_{2_{NN}}$ 、および S_{3_N} に位相オフセットが生じることが分かる。第 7 図を参照すると、基準シンボル点 S_1 の振幅誤差があると、基準シンボル点 S_1 に対して正規化した各シンボル点 $S_{1_{NNN}}$ 、 $S_{2_{NNN}}$ 、および $S_{3_{NNN}}$ の振幅に誤差が生じることが分かる。

上述したように、基準シンボル点が誤差を含む場合、他の全てのブランチの出力から抽出された校正信号が復調されて得られたシンボル点に対して大きな誤差を与えてしまう。

すなわち、従来のアレーアンテナ受信装置では、基準ブランチとして特定の一つの無線受信部を固定的に選択するため、基準ブランチの出力から抽出された校正信号を復調して得られた基準シンボル点の S I R 値が小さい場合、他ブランチの出力から抽出された校正信号を復調して得られたシンボル点との位相差および

振幅比に誤差を生じてしまう。この結果、校正の精度が低下するという問題点がある。

また、基準ブランチとして固定的に設定された特定の無線受信部が故障等の不具合が生じた場合、アレーアンテナ受信装置の校正の精度が極端に悪化してしまうという問題点がある。

従って、本発明は、校正の精度が高く、特定の無線受信部の故障時にも正常に校正することができる校正方法およびアレーアンテナ受信装置を提供することを目的としている。

発明の開示

本発明は、受信指向性パターンを形成するための複数のアンテナ素子からなるアレーアンテナと、前記アンテナ素子それぞれに対応して設けられた無線受信部とを有するアレーアンテナ受信装置にあって、次のステップを有する校正方法である。すなわち、所定のシンボルパターンの校正信号を前記無線受信部に供給するステップと、前記無線受信部の出力から、該無線受信部を通過した前記校正信号を抽出するステップと、前記無線受信部を通過した前記校正信号から、受信品質が最も良好な前記無線受信部を求め、該無線受信部を基準ブランチとして選択する、本発明において特徴となるステップと、他の前記無線受信部を通過した前記校正信号と前記基準ブランチを通過した校正信号との位相差および振幅比の少なくとも一方によって前記受信指向性パターンを補正するステップとを有している。

このことによって、受信品質の最も良好な無線受信部を基準として、他の無線受信部の位相差および振幅比を求めるので、基準ブランチの誤差を最小に抑えて残る他の無線受信部を校正することができる。また、受信品質の最も良好な無線受信部を基準として選択するので、基準ブランチに不具合のある無線受信部が選択されることがなくなる。

本発明の方法における一つの実施態様によれば、所定のシンボルパターンの校正信号を前記無線受信部に供給する前記ステップは、入力信号に多重することである。このことによって、無線通信をおこないながら校正を行うことができる。

また、本発明の方法における別の実施態様によれば、基準ブランチとして前記

無線受信部を選択する前記ステップは、複数の前記無線受信部を通過した前記校正信号から推定されるSIR値によって前記受信品質が最も良好な前記無線受信部を求めること、または前記無線受信部を通過した前記校正信号の誤り率によって前記受信品質が最も良好な前記無線受信部を求めることである。

また、本発明は、受信指向性パターンを形成するための複数のアンテナ素子からなるアレーアンテナと前記アンテナ素子それぞれに対応して設けられた無線受信部とを有するアレーアンテナ受信装置に関するものである。このアレーアンテナ受信装置は更に、所定のシンボルパターンの校正信号を前記無線受信部に供給する校正信号供給部と、前記無線受信部の出力から、該無線受信部を通過した前記校正信号を抽出する校正信号抽出部と、前記無線受信部を通過した前記校正信号から、受信品質が最も良好な前記無線受信部を求め、該無線受信部を基準ブランチとして選択する受信品質検出部と、前記無線受信部を通過した前記校正信号の、前記基準ブランチを通過した校正信号との位相差および振幅比の少なくとも一方によって前記受信指向性パターンを補正するための補正情報を生成する校正信号処理部とを有している。本発明の特徴は、上記受信品質検出部を備えていることである。

本発明の装置における一つの実施態様によれば、前記校正信号供給部は前記無線受信部の入力に前記校正信号を多重する。

また、本発明の装置における別の実施態様によれば、前記受信品質検出部は、前記無線受信部を通過した前記校正信号から推定されるSIR値によって前記受信品質が最も良好な前記無線受信部を求め、または、前記無線受信部を通過した前記校正信号の誤り率によって前記受信品質が最も良好な前記無線受信部を求める。

図面の簡単な説明

第1図は、従来のアレーアンテナ受信装置におけるブロック構成の一例を示す図であり、

第2図は、校正信号を復調したシンボル点を示す図であり、

第3図は、第2図のシンボル点を正規化したシンボル点を示す図であり、

第4図は、任意の校正信号を復調したシンボル点 $S_n(I_n, Q_n)$ の様子を

示す図であり、

第5図は、第4図におけるシンボル点 S_n 付近を拡大して示す図であり、

第6図は、基準シンボル点 S_1 の位相誤差が最大で振幅誤差がゼロの場合での他シンボル点の相対位置を示す図であり、

第7図は、第6図において、基準シンボル点 S_1 の振幅誤差が最大のときにおける他シンボル点の相対的な振幅の大きさを示す図であり、

第8図は、本発明のアレーアンテナ受信装置におけるブロック構成の一実施形態を示す図であり、

第9図は、ブランチ数が「3」の場合の各ブランチにおけるSIR推定値と基準ブランチにおけるSIR推定値との変化の様子を示す図であり、かつ

第10図は、第8図に示すものとは別のアレーアンテナ受信装置におけるブロック構成の一実施形態を示す図である。

発明を実施するための最良の形態

本発明をより詳細に説述するために、添付の図面に従ってこれを説明する。

第8図は本発明のアレーアンテナ受信装置におけるブロック構成の一実施形態を示す図である。

図示されるアレーアンテナ受信装置は、アレーアンテナ101、多重回路103-1~103-N、無線受信部104-1~104-N、信号処理部105-1~105-M、校正用信号発生器106、校正用無線送信部107、電力レベル可変回路108、校正信号処理部109、校正信号抽出部110、およびSIR検出部111で構成されている。本アレーアンテナ受信装置は、アレーアンテナ101がN個のアンテナ素子102-1~102-Nで構成されており、またユーザ数「M」の信号を復調可能である。

従来との相違は、複数の無線受信部を通過した校正信号から、受信品質が最も良好な一つの無線受信部を求め、この無線受信部を基準ブランチとして選択するSIR検出部111を受信品質検出部として付加して備えている点である。

アンテナ素子102-1~102-Nそれぞれは互いに受信信号の相関性が高くなるように近接して配置されている。

多重回路103-1~103-Nは、それぞれが対応するアンテナ素子102

−1〜102−Nに接続されており、電力レベル可変回路108から供給される校正信号と、それぞれが対応するアンテナ素子102−1〜102−Nの出力信号とを無線帯域で多重して無線受信部104−1〜104−Nへそれぞれ送出する。多重方法に特に制限はなく、代表的なものとして符号分割多重の例を示すが時分割多重または周波数分割多重を用いてもよい。

無線受信部104−1〜104−Nは、それぞれがローノイズアンプ、帯域制限フィルタ、ミキサ、局部発信器、総受信電力検出部、AGC (Auto Gain Controller)、直交検波器、低域通過フィルタ、アナログ／デジタル変換器などから構成されており、それぞれに対応する多重回路103−1〜103−Nに接続されている。そして、それぞれ対応するアンテナ素子102−1〜102−Nを介して無線電波を受信し、デジタル信号に変換して出力する。例えばアンテナ素子102−iに対応する無線受信部104−iは多重回路103−iの出力信号を入力信号とし、入力信号の増幅、無線帯域から基底帯域への周波数変換、直交検波、アナログ／デジタル変換などを行い、校正信号抽出部110および信号処理部105−1〜105−Mへ出力する。無線受信部104−1〜104−Nは、無線受信部104−iと同一の構成であり、それぞれに対応する多重回路103−1〜103−Nの出力信号を入力信号としている。

校正信号抽出部110は、全ての無線受信部104−1〜104−Nの出力信号を入力信号とし、各無線受信部104−1〜104−Nの出力信号に多重された校正信号を抽出し、どのアンテナ無線受信部から出力された校正信号であるかを識別するためのブランチ情報と共にSIR検出部111および校正信号処理部109へ送出する。校正信号を符号分割多重する例では、構成信号抽出部110は校正信号を抽出するために逆拡散を行う。

SIR検出部111は、校正信号抽出部110から受けたブランチ情報および校正信号が復調されて得られた各シンボル点から、各ブランチのSIR (Signal to Interference Ratio: 信号電力対干渉電力比) 値を推定する。ここで、SIR検出部111は、全ブランチのSIR推定値の中で最もSIR値が大きいブランチを基準ブランチとして選択し、その基準ブランチを基準ブランチ選択信号S10によって校正信号処理部109に通知する。すなわち、SIR検出部111により、SIR推定値に基づいて受信品質が最も良好な基準ブランチとして一つの

無線受信部が選択される。

校正用信号処理部109は、校正信号抽出部110の出力信号とSIR検出部111からの基準ブランチ選択信号S10とを入力し、SIR検出部111が判定した基準ブランチの出力信号から抽出された校正信号が復調されて得られたシンボル点を基準シンボル点として求める。ついで、校正用信号処理部109は、この基準シンボル点に基づいて、全ブランチの出力信号それぞれから抽出された校正信号が復調されて得られた各シンボル点の位相／振幅補正情報S11-1～S11-Nを求め、信号処理部105-1～105-Mへ出力する。

信号処理部105-1～105-Mそれぞれは、全ての無線受信部104-1～104-Nの出力信号を、校正用信号処理部109の出力である位相／振幅補正情報S11-1～S11-Nを用いて補正しながら、各ユーザ毎にユーザ信号到来方向に対しては受信利得を大きくし、他ユーザからの干渉や遅延波による干渉に対しては受信利得を小さくする受信指向性パターン（以下、最適受信指向性パターンと称す）を形成する。そして、信号処理部105-1～105-Mそれぞれは、その受信指向性パターンによって無線受信部104-1～104-Nの出力信号を合成して希望の復調信号を得ている。

校正用信号発生器106は、基底帯域で校正信号S13を生成し、校正用無線送信部107へ出力する。校正用信号発生器106は、変更可能に設定された値により任意のシンボルパターンを校正信号S13として発生させることができる。

校正用無線送信部107は、校正用信号発生器106から受ける基底帯域の校正信号S13に、デジタル／アナログ変換、基底帯域から無線帯域への周波数変換などを行い、無線帯域の校正信号S14として電力レベル可変回路108へ送出する。

電力レベル可変回路108は、校正用無線送信部107から出力されアンテナ素子102-1～102-Nにおける受信信号と同一周波数帯域の校正信号S14を受けて任意の電力レベルにレベル変換し、校正信号S15として多重回路103-1～103-Nそれぞれへ送出する。

したがって、校正信号発生部106、校正信号無線送出部107、電力レベル可変回路108、および多重回路103-1～103-Nによって無線受信回路104-1～104-Nそれぞれに校正信号が供給されている。

次に、第8図を参照して本実施形態の動作について説明する。

アンテナ素子102-1~102-Nそれぞれは希望信号と複数の干渉信号とが多重された信号を受信している。しかし、アンテナ素子数が多くなると距離の離れた、すなわち隣り合っていない位置にあるアンテナ素子間の相関が低くなり、各アンテナ素子102-1~102-Nで受信される多重信号の電力は大きければつきを持つことになる。すなわち、アレーアンテナ受信装置の各アンテナ素子102-1~102-Nそれぞれには異なる電力が入力されている。

校正用信号発生器106で生成された基底帯域の校正信号S13は、校正用無線送信部107により周波数変換および増幅されて校正信号S14となり、さらに電力レベル可変回路108により任意の電力レベルを有する既知の校正信号S15として全ての多重回路103-1~103-Nそれぞれに出力される。多重回路103-1~103-Nそれぞれは、電力レベル可変回路108から出力される校正信号S15を各アンテナ素子102-1~102-Nの受信信号へ多重して無線受信部104-1~104-Nそれぞれへ出力する。多重回路103-1~103-Nから出力される信号は、校正信号S15、希望（ユーザ）信号、干渉（他ユーザ）信号、および熱雑音が多重された信号である。

校正信号および熱雑音の電力レベルは各多重回路103-1~103-Nで同一と考えることができる。したがって、各無線受信部104-1~104-N相互間の受信電力の差はそのまま各アンテナ素子102-1~102-Nから入力される希望信号および干渉信号の和に対して生じる電力差である。校正信号に着目すれば、他の信号は校正信号に対する干渉波となるので、この電力差を校正信号に対する干渉波の電力差とみなすことが出来る。

無線受信部104-1~104-Nは、それぞれに対応する多重回路103-1~103-Nから受ける信号に対して増幅、無線帯域から基底帯域への周波数変換、直交検波、アナログ/デジタル変換などを行い、その結果を校正信号抽出部110および全ての信号処理部105-1~105-Mそれぞれへ送出する。校正信号抽出部110は、全ての無線受信部104-1~104-Nそれぞれから受ける信号から校正信号を抽出し、ブランチ情報とともにSIR検出部111および校正信号処理部109へ送出する。

SIR検出部111は、全ての無線受信部104-1~104-Nから受ける

信号それぞれから抽出された校正信号が復調されて得られた各シンボル点 $S_1 \sim S_N$ により SIR 値を推定し、各ブランチの SIR 推定値を求める。そして、 SIR 検出部 111 は、各ブランチの SIR 推定値を比較して、 SIR 値が最も大きいブランチを基準ブランチとして基準ブランチ選択信号 S_{10} によって校正信号処理部 109 に通知する。

第9図はブランチ数「3」の場合における各ブランチ B_1 、 B_2 、 B_3 の SIR 推定値と基準ブランチの変化の様子を示す図である。各ブランチから出力されるシンボル点の SIR 推定値はタイムスロットが変わる毎に算出され、各タイムスロットでは SIR 値が最大のブランチが基準ブランチとして選択される。第9図の例では、各ブランチ $B_1 \sim B_3$ が例えば無線受信部 104-1 \sim 104-3 であるとした場合、タイムスロット $TS_1 \sim TS_3$ ではブランチ B_1 の無線受信部 104-1 が基準ブランチとして選択され、タイムスロット TS_4 ではブランチ B_2 の無線受信部 104-2 が基準ブランチとして選択され、またタイムスロット TS_5 ではブランチ B_3 の無線受信部 104-3 が基準ブランチとして選択される。

基準ブランチ選択信号 S_{10} は校正信号処理部 109 に出力される。校正信号処理部 109 は、基準ブランチとして選択された無線受信部の出力から抽出された校正信号が復調されて得られたシンボル点を基準シンボル点として、位相／振幅補正情報 $S_{11-1} \sim S_{11-N}$ を生成する。これにより、全てのブランチから出力されたシンボル点に対する位相オフセットが最小となり、基準シンボル点とその他のシンボル点との振幅比の誤差が最小となる。そして、校正信号処理部 109 は位相／振幅補正情報 $S_{11-1} \sim S_{11-N}$ を全ての信号処理部 105-1 \sim 105-Mそれぞれへ出力する。

信号処理部 105-1 \sim 105-Mそれぞれは、位相／振幅補正情報 $S_{11-1} \sim S_{11-N}$ を用いて補正しながら最適受信指向性パターンを形成し、その受信指向性パターンによって無線受信部 104-1 \sim 104-Nの出力信号を合成して希望の復調信号 $S_{12-1} \sim S_{12-M}$ それぞれを得る。

したがって、本実施形態によれば、タイムスロット毎に最も SIR 推定値の大きい無線受信部を基準ブランチとして選択し、この結果として得られる基準シンボル点とその他のシンボル点との位相差および振幅比を計算しているので、常に

誤差を最小に抑え、精度の高い校正を行うことができる。また、SIR推定値が小さい無線受信部を基準ブランチとして選択しないので、故障した無線受信部を基準ブランチとして選択してしまうことがない。従って、基準ブランチの故障に対する冗長構成を提供することができ、装置の信頼性が向上する。

次に、第10図を参照して、本発明の他の実施形態について説明する。

第10図は、第8図とは別の本発明によるアレーアンテナ受信装置におけるブロック構成の一実施形態を示す図である。第8図のアレーアンテナ受信装置はSIR値により受信品質が最も良好な無線受信部を選択するものであったが、第10図のアレーアンテナ受信装置はビット誤り率によって受信品質が最も良好な無線受信部を選択するものである。

第10図のアレーアンテナ受信装置は、アレーアンテナ201、多重回路203-1~203-N、無線受信部204-1~204-N、信号処理部205-1~205-M、校正用信号発生器206、校正用無線送信部207、電力レベル可変回路208、校正信号処理部209、校正信号抽出部210、および誤り率検出部211で構成されている。

第10図におけるアレーアンテナ201、多重回路203-1~203-N、無線受信部204-1~204-N、信号処理部205-1~205-M、校正用無線送信部207、電力レベル可変回路208、校正信号処理部209および校正信号抽出部210それぞれは、第8図のアレーアンテナ101、多重回路103-1~103-N、無線受信部104-1~104-N、信号処理部105-1~105-M、校正用無線送信部107、電力レベル可変回路108、校正信号処理部109、および校正信号抽出部110それぞれと同じものである。

校正用信号発生器206は、第8図の校正用信号発生器106と同様に任意のシンボルパターンを発生させるが、それとともに、発生させるシンボルパターンとその送出タイミングを誤り率検出部211へ通知する。

誤り率検出部211は、校正信号抽出部で抽出された各ブランチの校正信号と校正用信号発生器206から通知されたシンボルパターンとを、同じく校正用信号発生器206から通知された送出タイミングに基づいて比較し、各ブランチ毎にビット誤り率(BER: Bit Error Rate)を求める。そして、誤り率検出部211は、最もビット誤り率の小さいブランチを基準ブランチとして選択し、基準

ブランチ選択信号として校正信号処理部 209 へ出力する。

したがって、第 10 図のアレーアンテナ受信装置によって、第 8 図のアレーアンテナ受信装置と同様の効果を得ることができる。

すなわち、本発明によれば、受信品質の最も良好な無線受信部を基準として、他の無線受信部の位相差および振幅比を求めるので、基準ブランチの誤差を最小に抑えて残る他の無線受信部を校正することができ、常に精度の高い校正を行うことができる。

また、受信品質の最も良好な無線受信部を基準として選択するので、基準ブランチに不具合のある無線受信部が選択されることがなく、基準ブランチの故障に対する冗長構成を提供することができ、装置の信頼性が向上する。

また、無線通信をおこなないながら校正を行うことができる。

産業上の利用の可能性

以上説明したように、本発明に係るアレーアンテナ受信装置は、アレーアンテナの無線受信部相互間における位相および振幅の変動を補正する基準となる基準ブランチを決定する際、受信品質の最も良好な無線受信部を選択することができるアレーアンテナ受信装置に適している。上述した方法及び装置によりその校正の精度が高く、特定の無線受信部の故障時にも正常に校正することができる。

請 求 の 範 囲

1. 受信指向性パターンを形成するための複数のアンテナ素子（102）からなるアレーアンテナ（101）と、前記アンテナ素子それぞれに対応して設けられた無線受信部（104）とを有し、

所定のシンボルパターンの校正信号を前記無線受信部に供給するステップと、前記無線受信部の出力から、該無線受信部を通過した前記校正信号を抽出するステップと、前記無線受信部の所定の一つを基準ブランチとして選択するステップと、他の前記無線受信部を通過した前記校正信号と前記基準ブランチを通過した校正信号との位相差および振幅比の少なくとも一方によって前記受信指向性パターンを補正するステップとを有するアレーアンテナ受信装置における校正方法であって、

基準ブランチとして選択する前記ステップが、前記無線受信部を通過した前記校正信号から、受信品質が最も良好な前記無線受信部を求めることを特徴とするアレーアンテナ受信装置における校正方法。

2. 所定のシンボルパターンの校正信号を前記無線受信部に供給する前記ステップは、入力信号に多重することで前記校正信号を前記無線受信部に供給することであることを特徴とする請求項1に記載のアレーアンテナ受信装置における校正方法。

3. 基準ブランチとして前記無線受信部を選択する前記ステップは、複数の前記無線受信部を通過した前記校正信号から推定されるSIR値によって前記受信品質が最も良好な前記無線受信部を求めることであることを特徴とする請求項1および請求項2のいずれか一つに記載のアレーアンテナ受信装置における校正方法。

4. 基準ブランチとして前記無線受信部を選択する前記ステップは、前記無線受信部を通過した前記校正信号の誤り率によって前記受信品質が最も良好な前記無線受信部を求めることであることを特徴とする請求項1および請求項2のいずれか一つに記載のアレーアンテナ受信装置における校正方法。

5. 受信指向性パターンを形成するための複数のアンテナ素子（102）からなるアレーアンテナ（101）と、前記アンテナ素子それぞれに対応して設けら

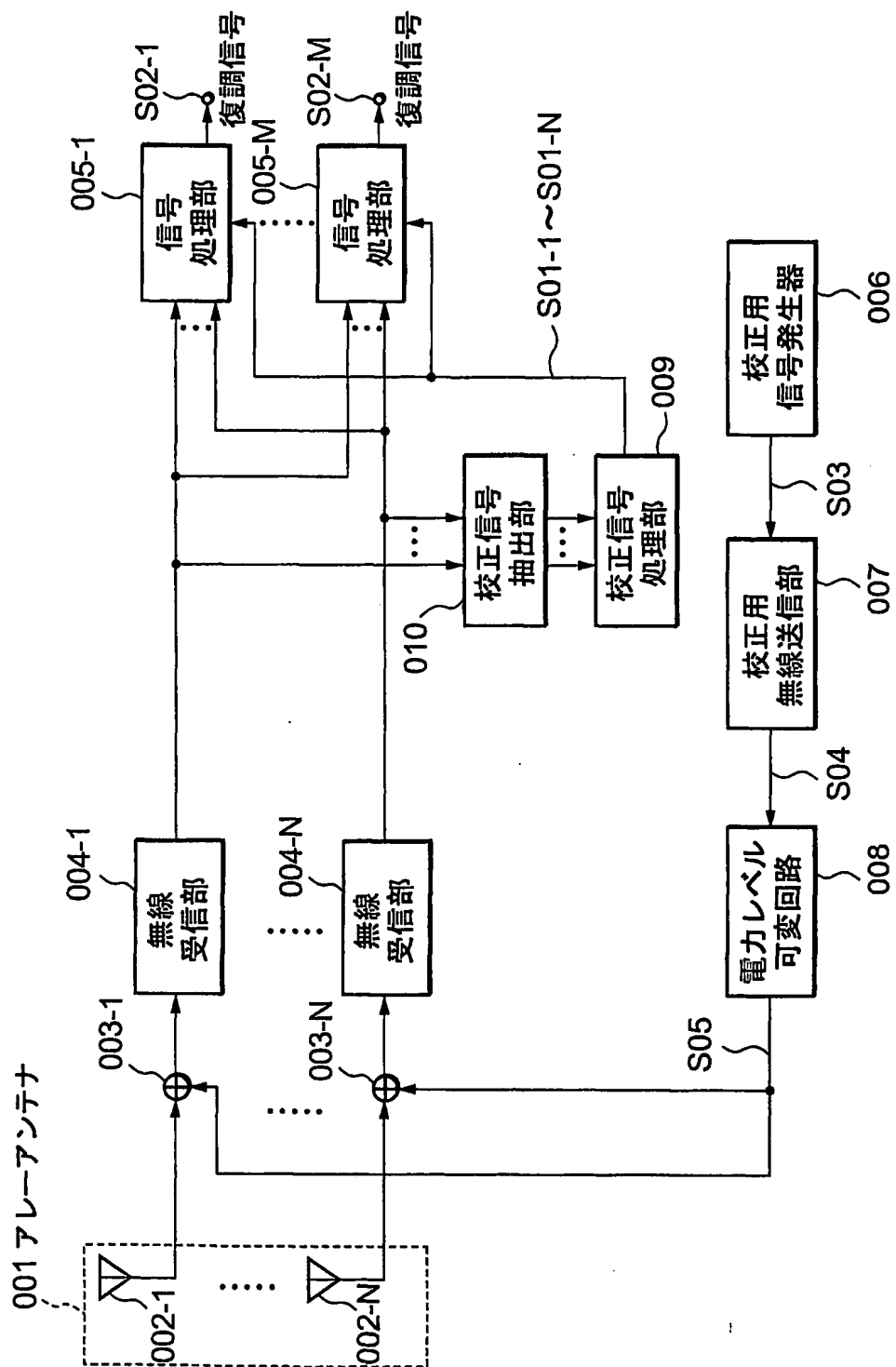
れた無線受信部（１０４）と、所定のシンボルパターンの校正信号を前記無線受信部に供給する校正信号供給部（１０３、１０６－１０８）と、前記無線受信部の出力から、該無線受信部を通過した前記校正信号を抽出する校正信号抽出部（１１０）と、前記無線受信部の所定の一つを基準ブランチとして選択し、前記無線受信部を通過した前記校正信号の、前記基準ブランチを通過した校正信号との位相差および振幅比の少なくとも一方によって前記受信指向性パターンを補正するための補正情報を生成する校正信号処理部（１０９）とを有するものであって、

前記無線受信部を通過した前記校正信号から、受信品質が最も良好な前記無線受信部を求め、該無線受信部を基準ブランチとして選択する受信品質検出部（１１１）を更に備え、かつ前記校正信号処理部が、前記受信品質検出部から基準ブランチとなる無線受信部の情報を受け、該基準ブランチとなる無線受信部を通過した校正信号と他の前記無線受信部を通過した前記校正信号との位相差および振幅比の少なくとも一方によって前記受信指向性パターンを補正するための補正情報を生成することを特徴とするアレーアンテナ受信装置。

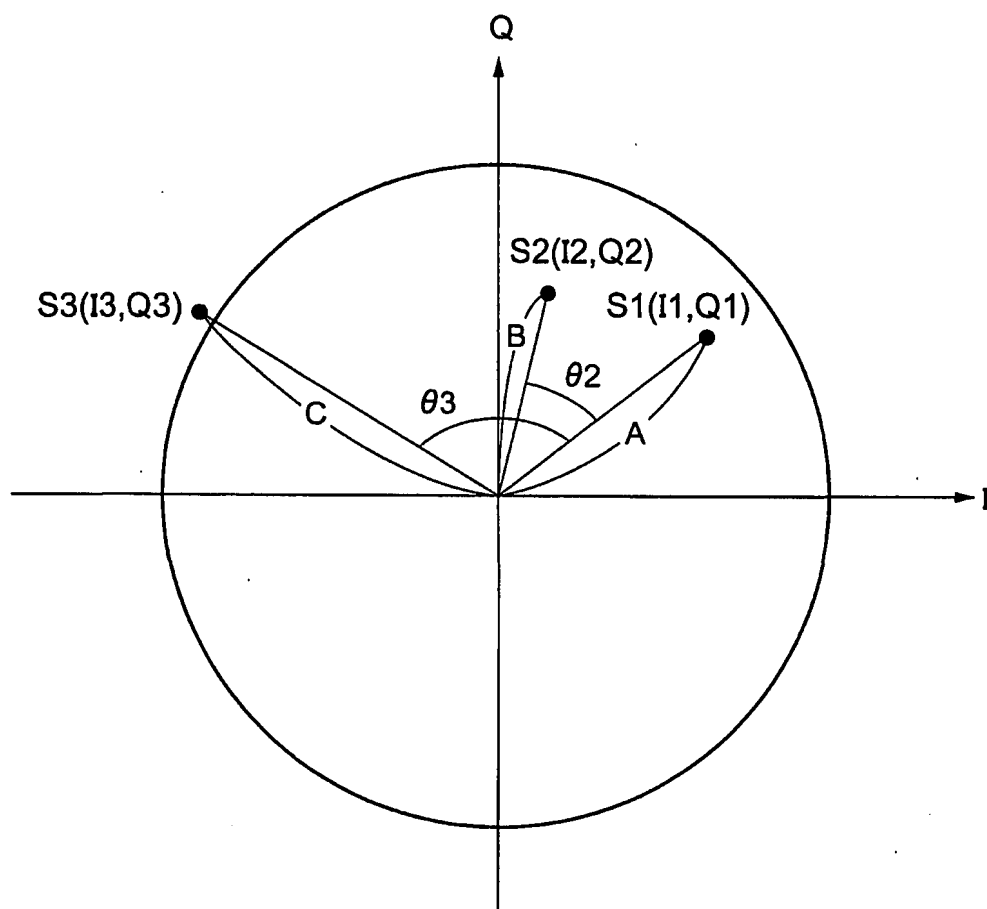
６．前記校正信号供給部は前記無線受信部の入力に前記校正信号を多重することを特徴とする請求項５に記載のアレーアンテナ受信装置。

７．前記受信品質検出部は、前記無線受信部を通過した前記校正信号から推定されるＳＩＲ値によって前記受信品質が最も良好な前記無線受信部を求めることを特徴とする請求項５および請求項６のいずれか一つに記載のアレーアンテナ受信装置。

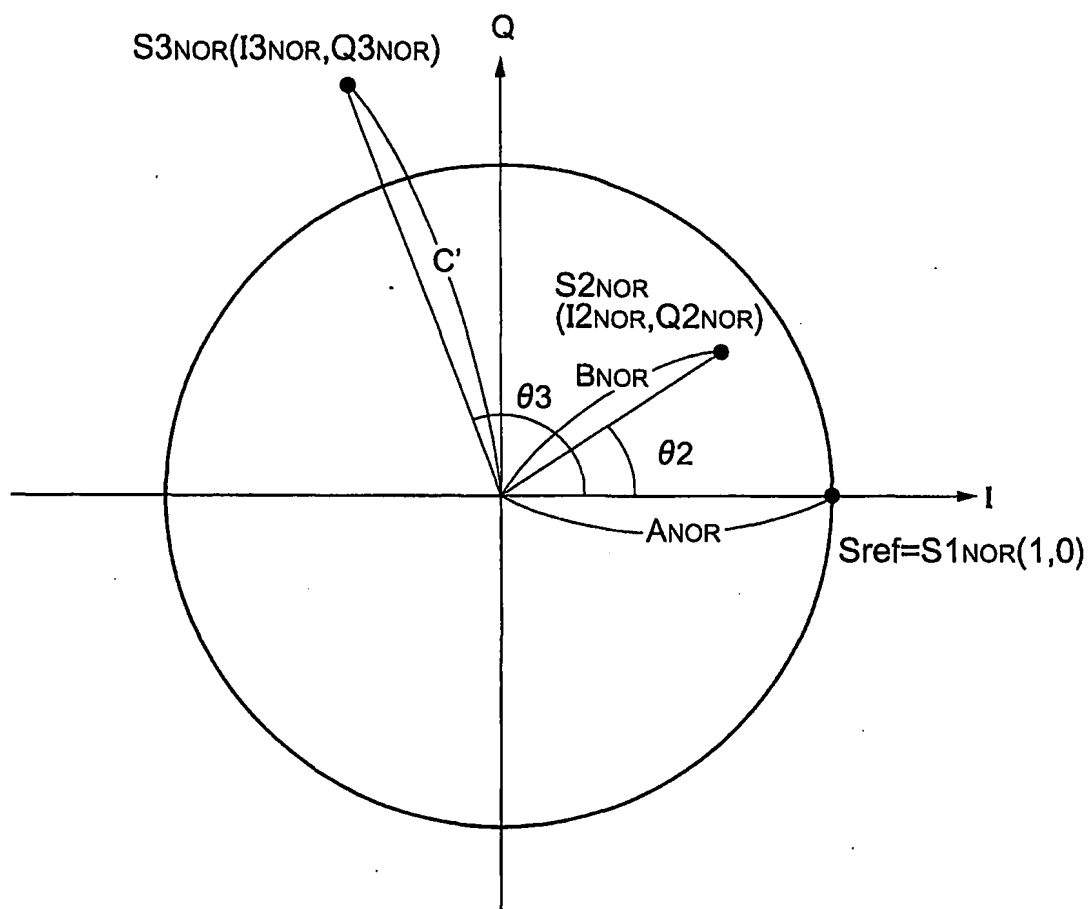
８．前記受信品質検出部は、前記無線受信部を通過した前記校正信号の誤り率によって前記受信品質が最も良好な前記無線受信部を求める、請求項５および請求項６のいずれか一つに記載のアレーアンテナ受信装置。



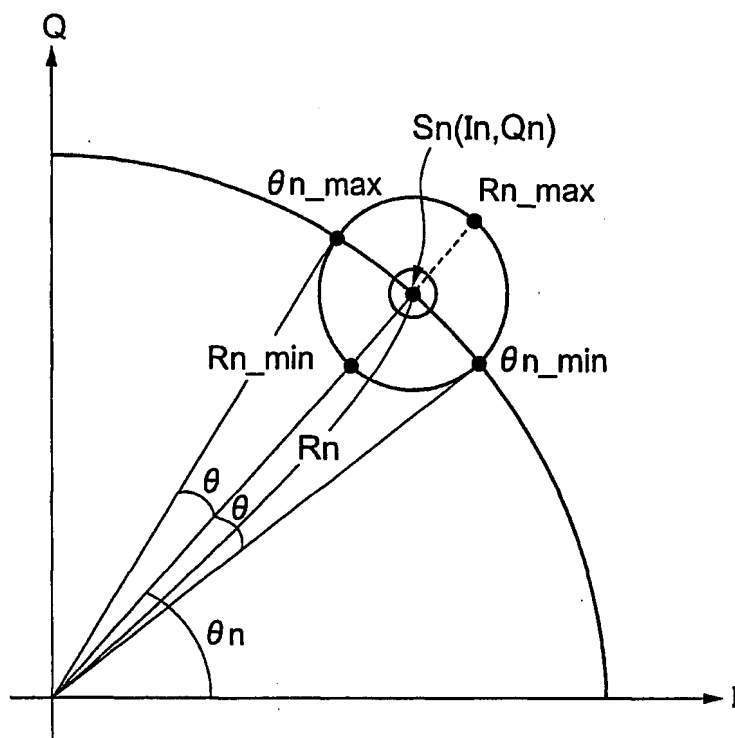
第1図



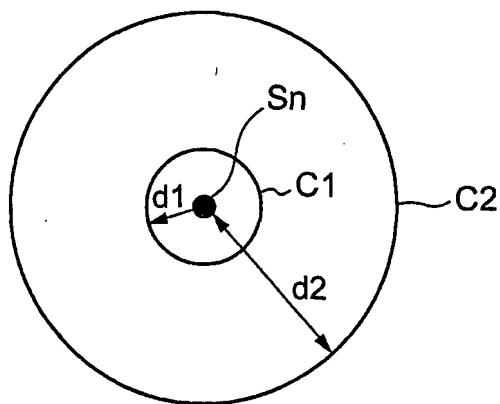
第2図



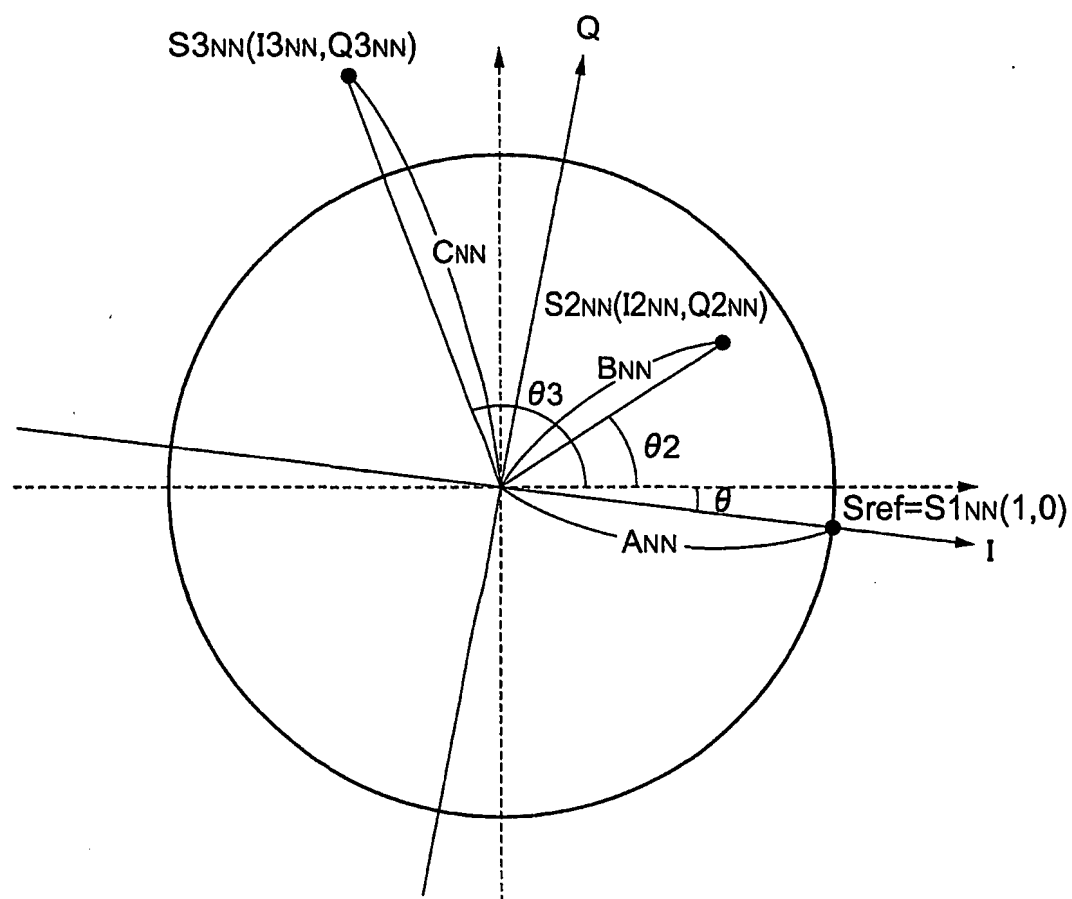
第3図



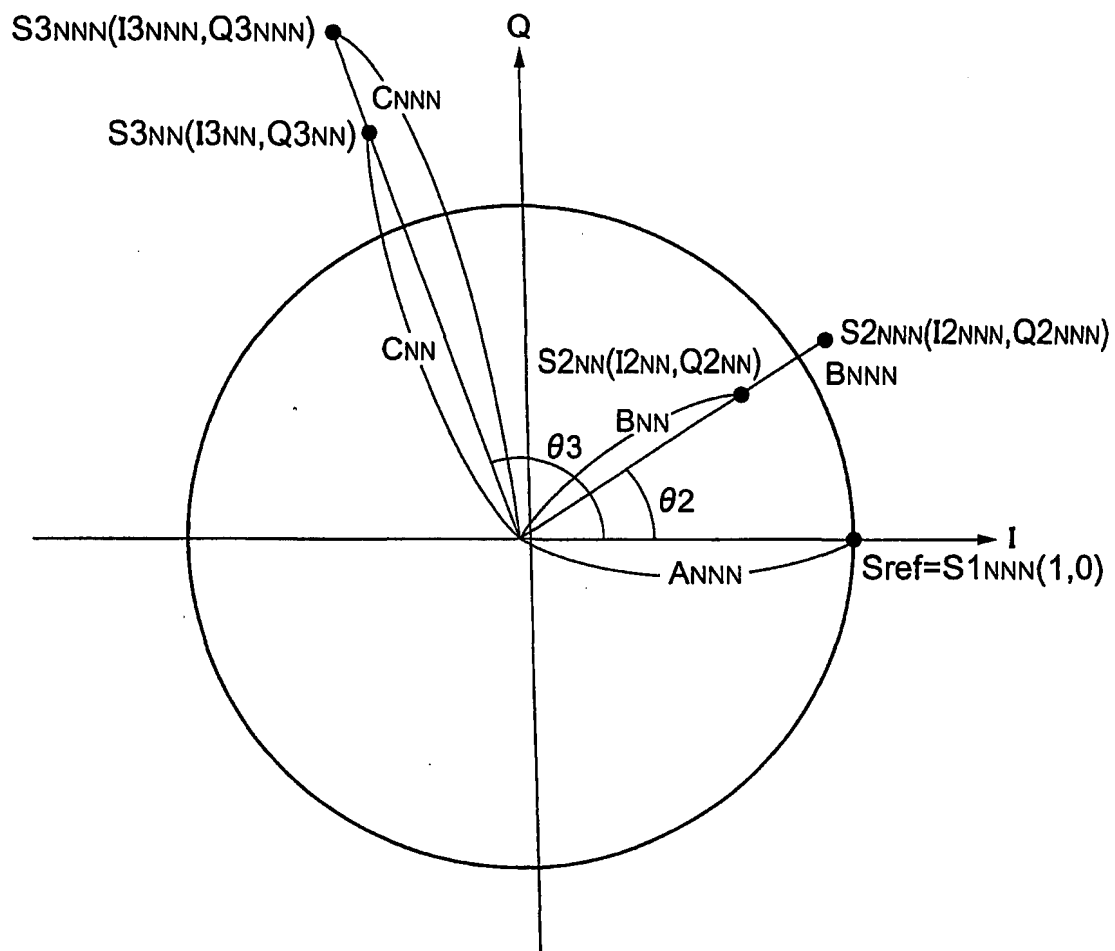
第4図



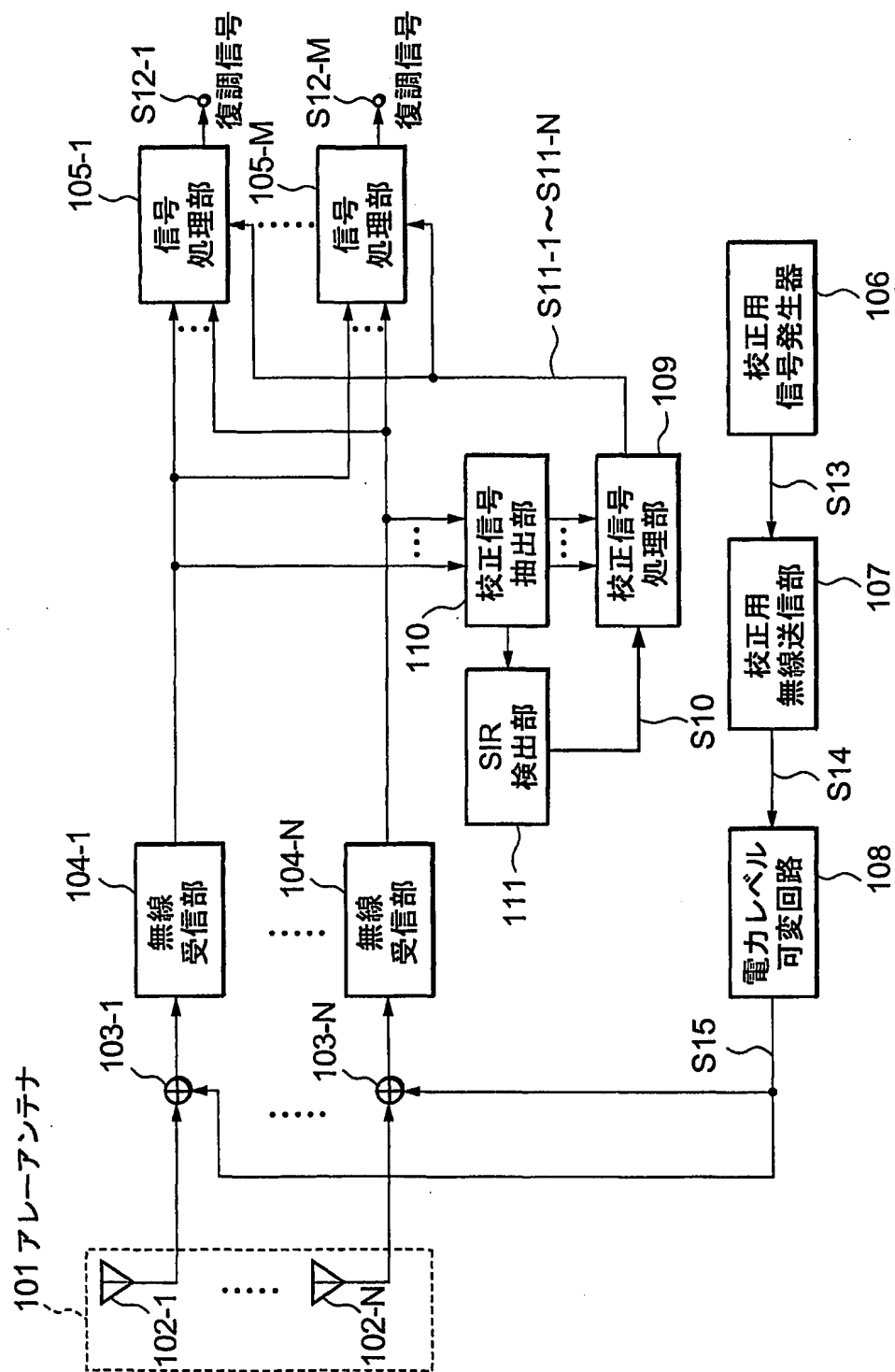
第5図



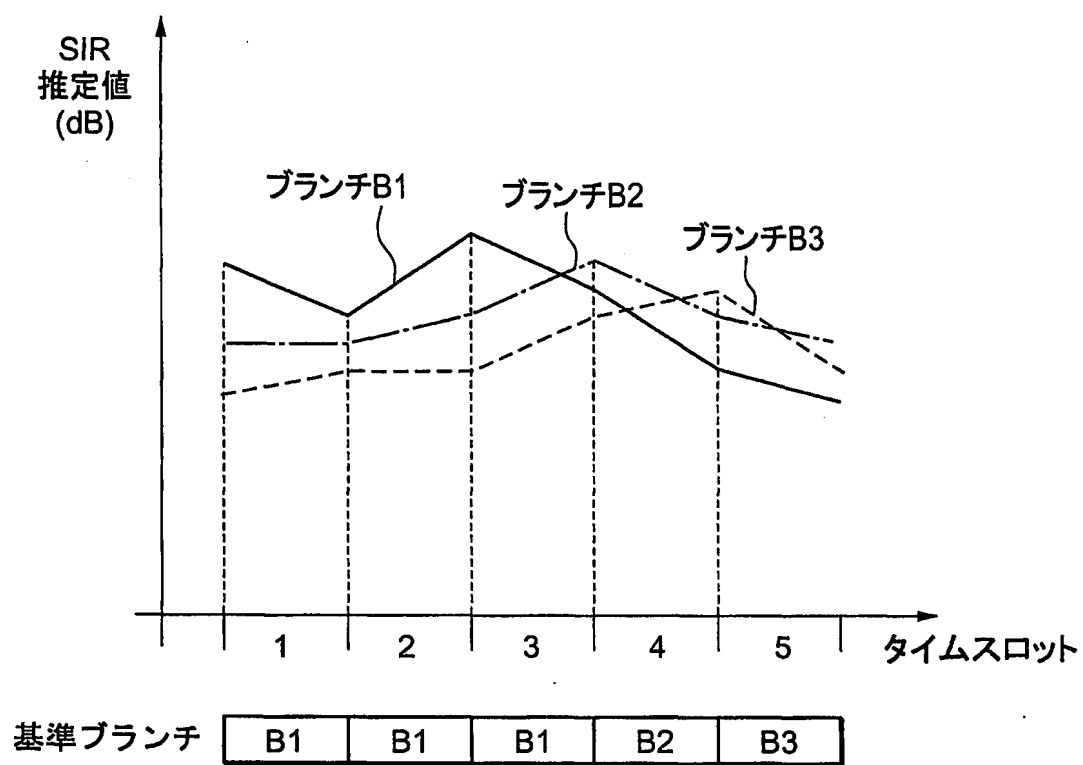
第6図



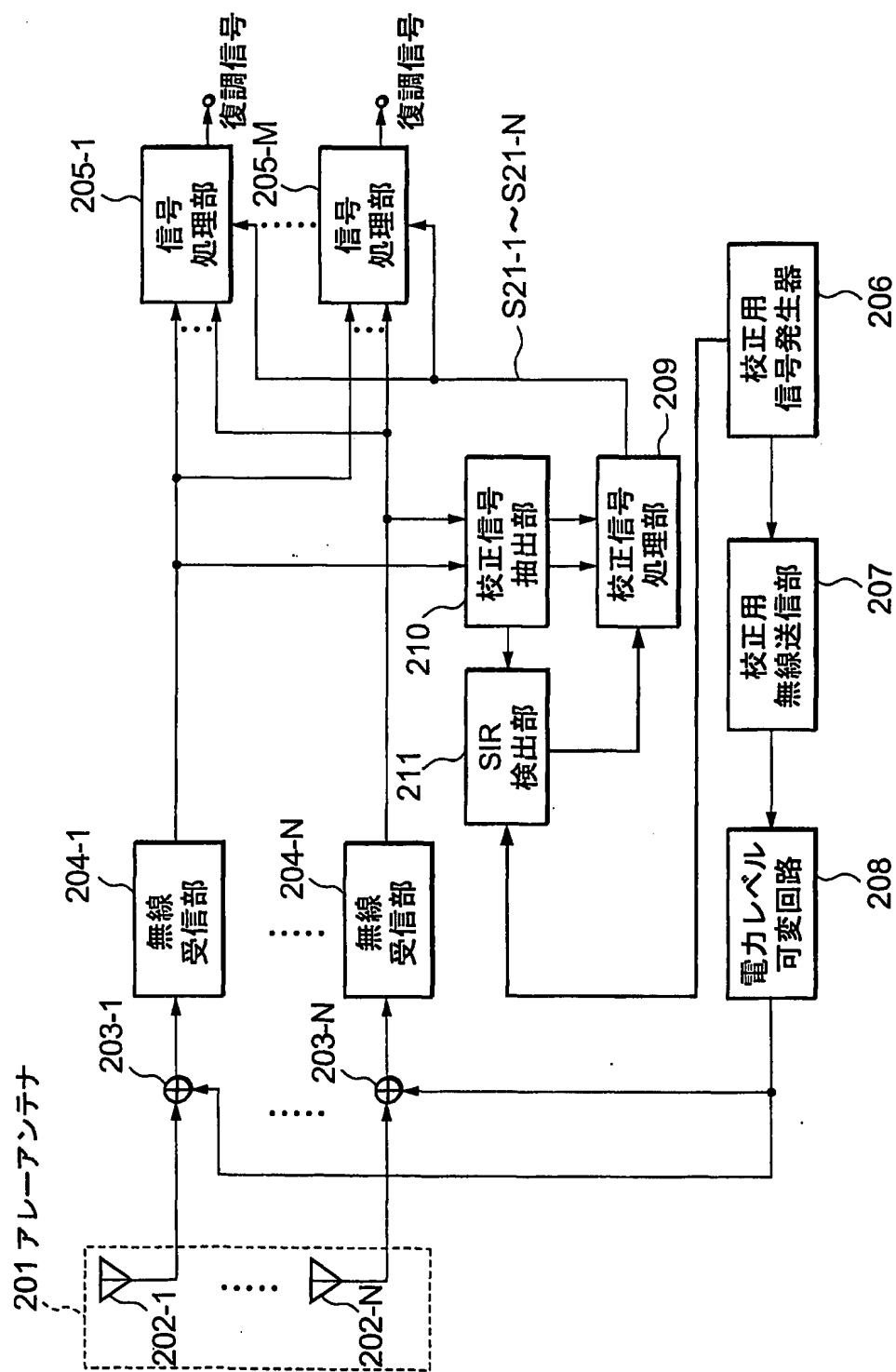
第7図



第 8 図



第9図



第10圖

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP01/09450

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER Int.Cl ⁷ H01Q 3/26		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED		
Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) Int.Cl ⁷ H01Q 3/26		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched Jitsuyo Shinan Koho 1922-1966 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2002 Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2002 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2002		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used) WPI/L, [ARREY ANTENNA, CALIBRATION]		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 11-046180 A (Matsushita Electric Ind. Co., Ltd.), 16 February, 1999 (16.02.1999), Full text; all drawings, & EP 0938204 A	1-8
A	GB 2342505 A (NEC Corporation), 12 April, 2000 (12.04.2000), Full text; all drawings & JP 2000-151255 A & DE 19948039 A	1-8
A	JP 2000-216618 A (Nippon Telegr. & Teleph. Corp. <NTT>), 04 August, 2000 (04.08.2000), Full text; all drawings & EP 1077504 A	1-8
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input type="checkbox"/> See patent family annex.		
* Special categories of cited documents: "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier document but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed "I" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "&" document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search 16 January, 2002 (16.01.02)		Date of mailing of the international search report 05 February, 2002 (05.02.02)
Name and mailing address of the ISA/ Japanese Patent Office		Authorized officer
Facsimile No.		Telephone No.

Form PCT/ISA/210 (second sheet) (July 1992)

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))
Int Cl⁷ H01Q 3/26

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))
Int Cl⁷ H01Q 3/26

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報 1922-1966年
日本国公開実用新案公報 1971-2002年
日本国登録実用新案公報 1994-2002年
日本国実用新案登録公報 1996-2002年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)
WPI/L, [ARREY ANTENNA, CALIBRATION]

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
A	JP 11-046180 A (松下電器産業株式会社) 1999. 02. 16 全文, 全図 & EP 0938204 A	1-8
A	GB 2342505 A (NEC Corporation) 2000. 04. 12 全文, 全図 & JP 2000-151255 A&DE 19948039 A	1-8
A	JP 2000-216618 A (日本電信電話株式会社) 2000. 08. 04 全文, 全図 & EP 1077504 A	1-8

☐ C欄の続きにも文献が列举されている。

☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの

「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの

「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)

「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献

「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「&」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

16. 01. 02

国際調査報告の発送日

05.02.02

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/J P)

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

緒方 寿彦



5 T

8321

電話番号 03-3581-1101 内線 3566